

**GUIDE D'INSTALLATION ET D'UTILISATION EN
SECURITE DES EQUIPEMENTS DE SURGELATION
ET REFROIDISSEMENT ALIMENTAIRES**

IGC Doc 174/12/E
Document traduit par l'AFGC en 2013

EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION AISBL

AVENUE DES ARTS 3-5 • B-1210 BRUSSELS
Tel : +32 2 217 70 98 • Fax: +32 2 219 85 14
E-mail : info@eiga.eu • Internet : <http://www.eiga.eu>



GUIDE D'INSTALLATION ET D'UTILISATION EN SECURITE DES EQUIPEMENTS DE SURGELATION ET REFROIDISSEMENT ALIMENTAIRES

PREPARE PAR :

| | |
|-------------------|--------------|
| Philippe Girardon | AIR LIQUIDE |
| Christof Gloger | BUSE |
| Derrick Norvill | LINDE |
| Andy Webb | EIGA |
| Peter Wilyman | AIR PRODUCTS |

Déclaration

Toutes les publications techniques éditées par EIGA ou sous son égide, et notamment ses codes de bonne pratique, les guides de procédures en matière de sécurité et toutes autres informations techniques contenues dans ces publications ont été élaborées avec le plus grand soin et établies avec les connaissances acquises des membres de EIGA ou de tiers à la date de leur publication. Elles n'ont la valeur juridique que de simples recommandations que les membres de EIGA ou les tiers ne sont pas tenus contractuellement de respecter: Elles ne peuvent faire l'objet vis-à-vis de quiconque, d'aucune garantie de la part d'EIGA.

EIGA n'a ni le pouvoir, ni les moyens de vérifier que les codes de bonne pratique et les guides de procédures sont effectivement et correctement interprétés et appliqués par l'utilisateur qui engage seul sa responsabilité à cet égard.

En conséquence, EIGA ne saurait en aucun cas être tenu pour responsable vis-à-vis de quiconque, de l'application par ses membres ou par toute autre personne, de ses codes de bonne pratique et guides de procédure.

Les publications d'EIGA font l'objet de révisions périodiques et il appartient aux utilisateurs de se procurer la dernière édition.

Table des matières

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Introduction..... | 2 |
| 2 | Domaine d'application et objectifs..... | 2 |
| 2.2 | Domaine d'application..... | 2 |
| 2.3 | Objectifs | 2 |
| 3 | Description générale de l'installation..... | 2 |
| 4 | Sécurité générale des gaz cryogéniques liquéfiés..... | 2 |
| 4.1 | Propriétés physiques et chimiques | 2 |
| 4.2 | Températures extrêmement basses | 2 |
| 4.3 | Gelure de la peau ou des yeux | 3 |
| 4.4 | Très grands ratios de vaporisation de liquide en gaz | 3 |
| 4.5 | Asphyxie..... | 3 |
| 4.6 | Brouillard | 4 |
| 5 | Sécurité du personnel | 4 |
| 5.1 | Formation de sécurité | 4 |
| 5.2 | Action à mener lorsqu'un traitement médical n'est pas immédiatement disponible | 4 |
| 5.3 | Première urgence pour les brûlures de contact avec le froid | 5 |
| 5.4 | Equipements de protection individuels (EPI) | 5 |
| 5.4.1 | Gants isolants | 5 |
| 5.4.2 | Pantalons..... | 5 |
| 6 | Exigences pour les réservoirs et les tuyauteries..... | 5 |
| 6.1 | Alimentation de liquide au surgélateur..... | 5 |
| 6.2 | Exigences générales pour le stockage de gaz cryogéniques liquéfiés | 6 |
| 6.3 | Règlementation | 6 |
| 6.4 | Conception de la canalisation | 6 |
| 6.5 | Technologies d'isolation..... | 7 |
| 6.5.1 | Tuyauteries isolées sous vide..... | 7 |
| 6.5.2 | Lignes isolées à la mousse..... | 7 |
| 6.6 | Première mise en service es canalisations (Isolations sous vide ou à mousse)..... | 7 |
| 7 | Exigences pour les équipements de surgélation et de conservation des aliments..... | 8 |
| 7.1 | Exigences de sécurité dans la conception des équipements | 8 |
| 7.2 | Echappement..... | 8 |
| 7.3 | Autres exigences essentielles de sécurité..... | 8 |
| 7.4 | Ebullition et éclaboussures | 9 |
| 7.5 | Fragilisation..... | 9 |
| 8 | Exigences d'installation | 9 |
| 8.1 | Généralités..... | 9 |
| 8.2 | Ventilation du local..... | 9 |
| 8.3 | Raccordement électrique | 10 |
| 8.4 | Construction du collecteur d'extraction | 10 |
| 8.5 | Autres obligations de l'installateur | 11 |
| 9 | Obligations de l'utilisateur et exploitation continue du système de surgélation | 11 |
| 9.2 | Exploitation du surgélateur | 12 |
| 9.3 | Maintenance inspection et réparations | 12 |
| 9.4 | Elimination..... | 13 |
| 10 | Références et documents associés | 13 |

1 Introduction

Ce document a été préparé pour répondre aux exigences concernant l'installation et l'utilisation des équipements de surgélation et refroidissement des aliments utilisant des gaz cryogéniques liquéfiés (azote liquide ou dioxyde de carbone liquide) comme agents de refroidissement. Comme les risques dus aux gaz cryogéniques liquéfiés ne sont pas largement connus, tout installateur ou utilisateur de ces machines est fermement avisé de consulter son fournisseur de gaz cryogéniques liquéfiés avant d'installer ou d'effectuer tout changement sur la machine ou sur le processus de refroidissement.

2 Domaine d'application et objectifs

2.2 Domaine d'application

Ce document s'applique à l'installation et à l'exploitation des équipements de refroidissement et de surgélation de même qu'aux installations à azote liquide et dioxyde de carbone (CO₂) destinées à l'utilisation en liquide. Une grande partie de ce document s'applique également aux applications non alimentaires, mais il est focalisé sur les applications alimentaires.

Ce document ne remplace pas toute analyse de risques exigée par la société exploitante ou par l'employeur.

2.3 Objectifs

L'objectif est de fournir des lignes directrices pour l'installation et l'exploitation des équipements de refroidissement et de surgélation de telle sorte qu'ils puissent être exploités en toute sécurité.

3 Description générale de l'installation

Une installation typique comprend, un réservoir de stockage complet avec son dispositif de régulation de pression et son système de sécurité, une canalisation de gaz cryogéniques liquéfiés, un refroidisseur ou surgélateur cryogénique et un système d'extraction pour le gaz cryogéniques après utilisation. Les plus courants des refroidisseurs et surgélateurs sont par exemple les armoires, les tunnels droits ou en spirale, etc. Du point de vue de la conception, l'installation complète devrait être traitée comme une seule entité, même si les composants individuels peuvent être fournis par différentes sources.

4 Sécurité générale des gaz cryogéniques liquéfiés

4.1 Propriétés physiques et chimiques

L'azote et le dioxyde carbone sont inertes, chimiquement inactifs et non-corrosifs aux températures cryogéniques. Les utilisateurs devraient consulter les fiches de données de sécurité du fournisseur pour chaque produit particulier utilisé.

Note : Le dioxyde de carbone ne peut être liquide dans les conditions ambiantes mais il peut être solide ou à l'état gazeux.

4.2 Températures extrêmement basses

Les liquides cryogéniques sont extrêmement froids et leurs vapeurs froides d'évaporation peuvent rapidement geler les tissus humains et provoquer la fragilisation de beaucoup de matériaux communs tels que l'acier au carbone, le plastique et le caoutchouc. L'azote liquide dans des réservoirs ou tuyauteries mal isolées peut condenser l'air ambiant jusqu'à sa liquéfaction. Ce liquide est riche en oxygène et devrait être traité comme de l'oxygène liquide.

4.3 Gelure de la peau ou des yeux

A cause de leurs températures extrêmement basses, les gaz cryogéniques, qu'ils soient liquides ou gazeux, peuvent provoquer des gelures sur la peau exposée. Les tissus délicats comme les yeux, peuvent être endommagés par l'exposition à ces gaz froids, même si le contact est trop bref pour affecter la peau des mains ou du visage.

Ne permettez pas à des parties du corps non-protégées de toucher une tuyauterie ou un réservoir non-isolé qui contiennent des liquides cryogéniques. La peau adhère au métal extrêmement froid et des arrachements de peau se produisent lorsque l'on cherche à se retirer. Il est même dangereux de toucher des éléments non-métalliques lorsqu'ils sont à températures cryogéniques.

4.4 Très grands ratios de vaporisation de liquide en gaz

Tous les liquides cryogéniques produisent de grands volumes de gaz lorsqu'ils se vaporisent. Par exemple un litre d'azote liquide, à sa température d'ébullition à une atmosphère, libère environ 700 litres d'azote gazeux en se vaporisant quand il est réchauffé à la température de la pièce. Un litre de dioxyde de carbone liquide est équivalent à approximativement 500 litres de dioxyde carbone gazeux. Si de l'azote liquide ou du dioxyde de carbone solide, est vaporisé dans un réservoir fermé cela créera une pression très élevée. Pour cette raison, les réservoirs et les lignes cryogéniques doivent être protégés par de multiples dispositifs de sécurité d'évacuation de pression.

4.5 Asphyxie

L'oxygène est le seul gaz qui permet la vie. La concentration normale d'oxygène dans l'air est d'environ 21% en volume.

Tous les gaz inertes peuvent provoquer l'asphyxie, dans un espace clos, en déplaçant l'air respirable. Les dangers de la baisse de la teneur en oxygène sont donnés dans le tableau ci-dessus.

| Teneur en oxygène | Effets probables |
|-------------------|---|
| 15%–19.5% | Réduction de la capacité à travailler énergiquement. Peut altérer la coordination et provoquer des symptômes aux personnes qui ont des problèmes coronariens, pulmonaires ou circulatoires. |
| 12%–15% | Respiration plus profonde, pouls accéléré, altération de la coordination de la perception et du jugement. |
| 10%–12% | Respiration encore plus profonde et accélérée. Encore plus d'accélération du pouls, de dégradation de la performance, de vertiges, d'altération du jugement et lèvres bleues. |
| 8%–10% | Incapacité mentale, nausées, vomissements, défaillance, inconscience, face livide, lèvres bleues. |
| 6%–8% | Exposition de 8 minutes, mortalité de 50 à 100%. Exposition de 6 minutes, mortalité de 25 à 50%. Exposition des 4 à 5 minutes, réanimation si traitement. |
| 4%–6% | Coma en 40 secondes, convulsions, arrêt respiratoire, mort. |

La présence de gaz inertes ne peut être détectée sans instrument. Pour cette raison, les employés peuvent être asphyxiés avant de réaliser qu'il y existe une atmosphère asphyxiante. En plus de l'asphyxie, le dioxyde de carbone peut avoir des effets physiologiques lorsque sa concentration dans l'air est supérieure à 3%. (Réf : EIGA Safety Information 24 Traduite par l'AFGC Réf : IS08 [1])

| Teneur en CO ₂ | Effets probables |
|---------------------------|--|
| 1 – 1.5 % | Légers effets sur le métabolisme chimique après des expositions de plusieurs heures. |
| 3 % | A ce niveau, le gaz est faiblement narcotique, il provoque une respiration plus profonde, une réduction de la capacité auditive couplée à un mal de tête, une augmentation de la tension artérielle et un rythme cardiaque accéléré. |
| 4 – 5 % | Stimulation de la fonction respiratoire conduisant à une respiration plus rapide et |

| | |
|------------|--|
| | plus profonde. Les signes de l'intoxication deviendront plus évidents après 30 minutes d'exposition. |
| 5 – 10 % | La respiration devient plus laborieuse avec un mal de tête et une perte de jugement. |
| 10 – 100 % | Une concentration en dioxyde de carbone supérieure à 10% conduira à une perte de conscience en moins d'une minute et à moins d'une intervention rapide, si l'exposition se prolonge à ces niveaux élevés elle pourra avoir pour conséquence la mort. |

A cause du risque pour la santé associé au dioxyde de carbone, l'exposition d'un employé en bonne santé pendant une période de 8 heures de travail, ne doit pas excéder 0,5% (5000ppm). Les limites d'exposition à court terme sont plus élevées mais il n'y a pas d'accord international sur cette valeur.

Tous les gaz inertes devraient être stockés dans des zones bien ventilées.

4.6 Brouillard

Un nuage visible de brouillard ou de vapeur est généralement produit par l'effet de refroidissement d'un gaz cryogénique quand il se vaporise dans l'air ambiant. L'étendue du nuage de vapeur est déterminée par le temps que met le gaz vaporisé à se réchauffer au dessus du point de rosée de l'air ambiant. L'augmentation de concentration du gaz inerte dans l'air peut s'étendre au-delà du nuage visible de vapeur bien qu'il ne puisse plus refroidir l'air. Cet effet de mélange résulte en une réduction de la concentration en oxygène depuis la source jusqu'à une certaine distance après le nuage.

Pour cette raison, la présence ou l'absence d'un nuage de vapeur n'est pas une méthode fiable pour établir le manque d'oxygène. L'étendue de la zone dangereuse des rejets d'azote ou de dioxyde de carbone devrait être déterminée par la surveillance de l'air ambiant.

5 Sécurité du personnel

5.1 Formation de sécurité

Le meilleur investissement de sécurité est la formation du personnel. La formation devrait inclure ce qui suit :

- L'information sur la nature, les risques et les propriétés des liquides cryogéniques sous forme liquide et gazeuse et, pour le dioxyde de carbone, la phase solide.
- Les instructions spécifiques de l'équipement.
- L'utilisation et l'entretien des équipements et vêtements de protection.
- La conduite à tenir en cas d'urgence.

5.2 Action à mener lorsqu'un traitement médical n'est pas immédiatement disponible

Contrôler la teneur en oxygène du local avant d'y entrer.

Ne pas pénétrer dans un local dont la teneur en oxygène est inconnue.

Dans le cas où une asphyxie est suspectée ou si un défaut d'une des sécurités est suspecté, la première action à mener est de fermer manuellement l'arrivée de gaz cryogénique et d'augmenter le système d'extraction de gaz si c'est possible.

Quiconque souffre d'un manque d'oxygène doit être rapidement déplacé dans une zone ayant une atmosphère normale. Si la victime ne respire pas, il faut immédiatement lui pratiquer la respiration artificielle ou la réanimation cardio-pulmonaire (RCP). Lui donner de l'oxygène supplémentaire si de l'oxygène est disponible.

5.3 Première urgence pour les brûlures de contact avec le froid

Le personnel entrera rarement en contact direct avec un liquide cryogénique si des procédures correctes sont appliquées. Dans l'éventualité d'une brûlure par le froid il faudrait obtenir immédiatement un avis médical professionnel.

Ce qui suit est un résumé des traitements d'urgence recommandés en cas de brûlure par contact avec le froid :

- Retirer tout vêtement, non gelé sur la peau, qui pourrait restreindre la circulation dans la zone gelée. Ne pas frotter les zones gelées car il peut en résulter des lésions tissulaires. Obtenir une assistance médicale aussi vite que possible.
- Aussitôt que possible placer la zone affectée dans un bain d'eau chaude à une température inférieure à 40°C. Ne jamais utiliser de chaleur sèche. La victime doit aussi être mise dans une pièce chaude, si possible.
- Si l'exposition au froid a été massive et que la température générale du corps a baissé, un examen médical est impératif. Si l'aide médicale n'est pas disponible, la victime doit être réchauffée par immersion dans de l'eau chaude à une température ne dépassant pas 40°C.
- Les tissus gelés ne sont pas douloureux et apparaissent cireux, d'une couleur jaunâtre. Ils commencent à devenir gonflés, douloureux et vulnérables à l'infection lorsqu'ils dégèlent.
- Si les zones gelées dégèlent avant que le support médical ne soit obtenu, couvrir la zone avec un pansement stérile sec et une protection grande et volumineuse.

5.4 Equipements de protection individuels (EPI)

De l'azote liquide ou du dioxyde de carbone solide résiduels peuvent rester dans un surgélateur après son ouverture. Le personnel doit être informé des dangers du contact avec ces liquides. Cependant, les opérateurs de surgélateurs alimentaires n'ont généralement pas besoin de manipuler directement les liquides cryogéniques.

Il faut savoir que de longues expositions à des températures très basses, même en portant les EPI corrects, peuvent provoquer des brûlures froides et des engelures. Voir aussi le document EIGA Doc 136 Selection of personal protective equipment [2]

5.4.1 Gants isolants

Des gants isolants appropriés doivent être portés pour manipuler tout ce qui a pu entrer en contact avec les liquides et vapeurs cryogéniques ou pour manipuler des objets fortement gelés.

5.4.2 Pantalons

Les pantalons ne devraient pas avoir de revers. Les pantalons ne devraient pas être enfoncés dans les bottes ou dans les chaussures de travail.

6 Exigences pour les réservoirs et les tuyauteries

6.1 Alimentation de liquide au surgélateur

Les exigences globales sont de fournir le débit de gaz cryogénique liquéfié requis avec une perte minimale de qualité au point d'utilisation. (La perte de qualité est définie comme une augmentation de la température du gaz cryogénique liquéfié et/ou une augmentation de la proportion de gaz dans le liquide).

6.2 Exigences générales pour le stockage de gaz cryogéniques liquéfiés.

Les réservoirs cryogéniques de conception standard sont acceptables et devraient être installés conformément à la réglementation locale. Idéalement, les réservoirs devraient être situés le plus près possible du point d'utilisation et, si possible, être plus hauts que le point d'utilisation. La sortie de liquide devrait être prise directement au fond du réservoir et pas au moyen d'un tube plongeur.

La pression de service du réservoir devrait être adaptée à la pression de service surgélateur alimentaire en tenant compte de la perte de charge dans la tuyauterie.

Pour l'azote, une pression du réservoir voisine de 3 bar effectifs est généralement préférée. Une régulation de pression du réservoir est requise pour maintenir cette pression.

Pour le dioxyde de carbone la pression du réservoir devrait être suffisante pour garantir une pression au point d'utilisation supérieure à 5,1 bar eff pour éviter le blocage de la tuyauterie par de la glace sèche. La pression typique du réservoir devrait être d'environ 14-20 bar eff.

Les dispositifs anti-surpression sont exigés sur les réservoirs de stockage. Ils ne sont pas des dispositifs de régulation de pression et ne fonctionnent que pendant des conditions anormales ou en cas d'urgence. S'ils fonctionnent cela indique un problème majeur.

Les disques de rupture ne doivent pas être installés sur les installations de dioxyde carbone à cause du risque de formation de glace carbonique dans le réservoir.

6.3 Règlementation

D'après la directive des équipements sous pression (PED) [3], l'azote et le dioxyde de carbone sont classés dans les fluides du groupe 2. Les réservoirs de stockage doivent être conçus conformément à la PED. Les canalisations de petits diamètres peuvent être construites conformément aux « codes de bonne pratique » de l'état membre concerné et n'ont pas besoin d'être marqués CE.

6.4 Conception de la canalisation

Une canalisation est conçue pour transférer une quantité donnée de gaz cryogénique liquéfié depuis le stockage jusqu'à l'application et ceci avec le minimum de perte de qualité. Elle devrait être isolée pour maintenir la qualité et éviter les blessures.

Les canalisations devraient être aussi droites et aussi courtes que possible.

Eviter toute surélévation non nécessaire de la tuyauterie. Par exemple une élévation de 10 mètres de la tuyauterie mène à une vaporisation de 3.5% du liquide (en poids).

Installer une purge de gaz s'il est nécessaire que le liquide arrive dès que la vanne d'alimentation de l'application est ouverte. Installer cette purge au point le plus haut de la ligne, en amont de la vanne de l'application. Le gaz doit être rejeté dans un endroit sûr.

Installer un séparateur de phase si du liquide sans gaz est essentiel au point d'utilisation.

Les canalisations doivent être calculées pour donner la pression requise de gaz cryogénique liquéfié.

Installer une soupape de sécurité thermique sur chaque section de tuyauterie où du liquide peut être piégé entre deux vannes.

Lorsque des soupapes de sûreté sont installées sur l'équipement de surgélation ou les tuyauteries à l'intérieur des bâtiments, elles doivent être tarées à une pression plus élevée que celles du réservoir et que celles qui sont à l'extérieur du bâtiment. Les événements doivent être canalisés jusqu'à une zone où ils ne présentent pas de danger.

6.5 Technologies d'isolation

L'isolation est faite soit avec une tuyauterie isolée sous vide ou isolée avec de la mousse. L'isolation sous vide a une meilleure performance que la mousse.

Les courtes longueurs, vannes et accessoires sur le réservoir et le surgélateur et quelques raccords, devraient être isolées à la mousse pour permettre un accès facile pour la maintenance et les remplacements tout en réduisant les entrées de chaleur.

Les grandes longueurs sont de préférence isolées avec des tuyaux isolés sous vide pour réduire les entrées de chaleur et la génération de phase gazeuse qui en découle. Les lignes sous vide sont aussi plus hygiéniques pour l'utilisation dans les usines alimentaires. Les grandes longueurs d'isolation à la mousse peuvent cependant être utilisées dans le cas du dioxyde de carbone.

Le choix final est un compromis entre le coût la performance.

Les sections de tuyauteries qui sont accessibles aux opérateurs doivent être isolées ou protégées d'une autre manière.

L'oxygène ambiant peut se condenser sur les longueurs de tuyauteries d'azote liquide mal isolées et peut créer des risques dus à la suroxygénation (EIGA Doc 44, [4]).

6.5.1 Tuyauteries isolées sous vide

Les tuyauteries isolées sous vide sont toujours fournies par des fabricants spécialisés. Elles peuvent être rigides ou flexibles, bien que les rigides soient préférables.

Elles sont composées de deux tuyaux concentriques en acier inoxydable. Le tuyau intérieur contient le gaz cryogénique liquéfié. Le tuyau extérieur forme l'espace à vide. Pour l'azote liquide le tuyau intérieur comprend des soufflets de dilatation (environ tous les 6 mètres), pour éviter les contractions thermiques entre les tuyaux intérieurs et extérieurs.

Les lignes sous vide sont généralement préfabriquées en sections droites. Sinon elles peuvent aussi être fabriquées sur place. Il faut s'assurer que les lignes sous vide ont une pression de calcul adaptée à la pression requise pour l'application.

6.5.2 Lignes isolées à la mousse

Les lignes isolées à la mousse sont composées de :

- la tuyauterie de fluide en acier inoxydable ou en cuivre,
- l'isolation faite d'une ou plusieurs couches de mousse,
- La protection de l'isolation par une gaine en métal ou en plastique protégeant l'isolation des impacts mécaniques et de l'humidité de l'air.

La mousse devrait avoir une conductibilité thermique aussi basse que possible ; cela dépend de sa densité.

Il faut savoir que lorsque la mousse de polyuréthane brûle, elle libère des gaz toxiques.

Pour les canalisations d'azote liquide, la mousse à cellules ouvertes doit être évitée à cause du risque d'incendie dus à la liquéfaction de l'air ambiant et donc de la concentration de l'oxygène. En plus, la condensation de l'eau peut endommager la mousse de l'isolation.

6.6 Première mise en service es canalisations (Isolations sous vide ou à mousse)

- S'assurer que la poussière, l'humidité et autres contaminants sont éliminés en purgeant la ligne avec un gaz inerte sec.

- S'assurer qu'il y a des indications sur la canalisation signalant le fluide et sa direction d'écoulement et qu'elles sont conformes à la réglementation locale de signalisation des canalisations.
- Isoler ou démonter les soupapes de sécurité, vannes, manomètres et les autres composants qui ont des pressions maximales en service inférieures à la pression d'épreuve de la canalisation.
- Effectuer l'essai sous pression ou test de fuite, conformément aux normes de l'entreprise ou aux normes nationales (p.ex. essai à 1,1 x pression de calcul pour un essai pneumatique, ou 1,43 x pression de calcul pour une épreuve hydraulique).
- Régler les soupapes de sécurité à la pression de calcul.
- Emettre un procès-verbal d'essai / essai d'étanchéité si nécessaire.
- Répéter la purge pour s'assurer qu'aucun contaminant n'a été introduit dans la ligne. Contrôler si les buses et filtres ne sont pas contaminés.

7 Exigences pour les équipements de surgélation et de conservation des aliments

7.1 Exigences de sécurité dans la conception des équipements

Toutes les machines de surgélation ou de réfrigération des aliments doivent être conformes aux législations Européennes et nationales et en particulier à la Directive Machines, [5].

7.2 Echappement

Tous les équipements cryogéniques doivent être équipés d'un système d'extraction de gaz capable d'évacuer tout le gaz cryogénique liquéfié qui peut être fourni.

Le système d'extraction de gaz doit être déterminé par le calcul de débit maximum de gaz cryogénique liquéfié au surgélateur, après prise en compte de la pression dans le réservoir, le degré de sous-refroidissement, le diamètre des vannes, restrictions et du collecteur.

Si l'extraction de gaz est en défaut il ne faut pas envoyer de gaz cryogénique liquéfié au surgélateur.

Il doit y avoir une méthode pour garantir qu'il y a bien un débit de gaz cryogénique liquéfié, dans la bonne direction, dans le collecteur d'extraction.

Si la teneur en oxygène du local baisse en dessous d'une certaine valeur, ou si la teneur en dioxyde de carbone monte au dessus d'une certaine valeur, l'extraction des gaz doit être augmentée et l'alimentation en gaz cryogénique liquéfié doit être automatiquement isolée et de préférence directement sur le réservoir.

7.3 Autres exigences essentielles de sécurité

Si le surgélateur s'ouvre par inadvertance, l'alimentation en gaz cryogénique liquéfié doit être isolée.

Le surgélateur doit être fourni avec un deuxième circuit de température indépendant qui isole l'alimentation en gaz cryogénique liquéfié si une température très basse est détectée dans le surgélateur.

L'équipement doit aussi être équipé de :

- une vanne manuelle accessible pour isoler le gaz cryogénique liquéfié,
- une vanne d'arrêt automatique du gaz cryogénique liquéfié,

- Une vanne de régulation du débit de gaz cryogénique liquéfié.

7.4 Ebullition et éclaboussures

Les équipements de surgélation par immersion d'aliments dans l'azote liquide doivent être conçus pour protéger le personnel contre les effets de l'ébullition et les éclaboussures d'azote liquide. Le personnel doit être empêché d'entrer en contact avec l'azote liquide.

7.5 Fragilisation

Beaucoup de matériaux y compris les caoutchoucs et plastiques qui sont souples et pliables à la température ambiante, deviennent durs et cassants aux températures cryogéniques. Beaucoup de métaux ne sont pas appropriés pour le service cryogénique et en particulier l'acier doux. Les aciers inoxydables austénitiques sont les métaux de choix pour bien des applications cryogéniques.

8 Exigences d'installation

8.1 Généralités

Déterminer les exigences de débit de gaz cryogénique liquéfié pour l'application et inclure une marge pour permettre les variations de la demande du client et de la conduite du processus.

Spécifier la pression du réservoir et, calculer le diamètre de la vanne ou de la restriction sur le surgélateur en fonction de la pression et du débit, en supposant que le gaz cryogénique liquéfié du réservoir est saturé (bouillant). Le réservoir doit fonctionner à cette pression pour éviter un débit de gaz cryogénique liquéfié plus grand que celui que l'extraction de gaz est capable d'évacuer. La pression du réservoir, le diamètre des vannes, et les restrictions ne doivent pas être modifiés excepté en cas de « révision approuvée » ; voir EIGA Doc 51 Management of change, [6].

Assumer ensuite un certain degré de sous-refroidissement et de surpression dans le réservoir et calculer le débit maximum possible de gaz cryogénique liquéfié dans ces conditions. L'extraction doit être calculée pour répondre à cette exigence.

Il doit y avoir un système de régulation de pression pour éviter une montée en pression dans le réservoir qui pourrait amener un débit de gaz cryogénique liquéfié supérieur à la capacité du système d'extraction. Pour garantir que la pression est maintenue à, ou proche de la valeur exigée, deux méthodes indépendantes de régulation de pression sont recommandées. (Les soupapes de sécurité ne sont pas des dispositifs de régulation de pression.)

8.2 Ventilation du local

EIGA exige que la ventilation conduise à une composition d'air comparable à celle de l'air atmosphérique. EIGA recommande un minimum de 6 à 10 renouvellements d'air par heure en plus de la ventilation effectuée par l'extraction du surgélateur. (EIGA Doc 44, [4].)

Note : Les locaux pressurisés deviennent de plus en plus courants dans l'industrie alimentaire et l'appoint en air ne peut être réduit pour des raisons d'hygiène.

L'équipement de surgélation doit être installé dans des locaux dont la dimension permet à l'équipement d'être facilement exploité, nettoyé et entretenu et aussi de fournir une issue de secours libre d'obstacles en cas d'urgence.

Au minimum un analyseur d'oxygène doit être installé et doit être en service continu dans les installations de surgélateurs d'azote, que le surgélateur soit en service ou pas. L'analyseur d'oxygène doit être installé, utilisé, calibré et entretenu conformément aux prescriptions du fabricant. Les analyseurs d'oxygène doivent avoir au moins une alarme audible et visuelle à 19.5% d'oxygène. Un second niveau d'alarme est recommandé pour l'extraction du personnel.

A une teneur en oxygène de 18%, l'alimentation d'azote devrait être automatiquement coupée et le local évacué.

Pour les surgélateurs à dioxyde de carbone, un analyseur de dioxyde de carbone devrait être fourni. L'analyseur doit avoir une alarme visuelle et sonore à 0,5% de CO₂, (5000ppm). Une seconde alarme est recommandée pour indiquer des teneurs à court-terme plus élevées. L'analyseur de dioxyde de carbone doit être installé, utilisé, calibré et entretenu conformément aux prescriptions du fabricant.

A 3% de dioxyde carbone, l'alimentation de dioxyde de carbone devrait être coupée automatiquement et le local évacué.

Note : Les réglementations locales peuvent définir des niveaux d'exposition à court-terme différents.

Il faudrait prendre en compte la position des capteurs d'oxygène ou des capteurs de dioxyde de carbone afin de s'assurer que toute mesure de manque d'oxygène ou d'excès de dioxyde de carbone est bien représentative de l'atmosphère du lieu de travail.

Une ventilation additionnelle, au niveau du sol devrait être envisagée pour le dioxyde carbone.

Note : pour plus d'information sur les risques d'asphyxie voir la campagne EIGA contre l'asphyxie et le document EIGA Doc 44 [4]

8.3 Raccordement électrique

L'installateur du surgélateur doit s'assurer que l'alimentation électrique est conforme aux conditions requises et qu'elle est correctement protégée contre les surintensités.

La liaison équipotentielle de toutes les parties du surgélateur doit être effectuée.

L'installation électrique ne doit être effectuée que par des personnes autorisées.

8.4 Construction du collecteur d'extraction

Les collecteurs et ventilateurs doivent être calculés pour être capables d'extraire tout le gaz cryogénique liquéfié qui peut être mis dans le surgélateur. Ils doivent être séparés de tout autre système de ventilation.

Les collecteurs d'extraction doivent être construits en matériaux compatibles avec les températures basses, p.ex. en acier inoxydable.

Les collecteurs devraient être droits à l'exception du coude à 90° nécessaire pour un ventilateur radial. Si des coudes sont nécessaires ils doivent avoir de longs rayons, p.ex. 1m de rayon.

Lorsque des transitions de diamètres de collecteur sont exigées, il est nécessaire d'avoir un angle de transition 15 degrés ou moins pour minimiser la formation de neige.

Tout collecteur en aval du ventilateur doit être contrôlé pour les fuites afin de garantir qu'aucun gaz cryogénique ne peut être rejeté dans le bâtiment.

S'assurer que le gaz cryogénique est rejeté dans une zone bien ventilée en dehors du bâtiment. Il ne doit pas être possible d'isoler le collecteur.

Installer un collecteur de refoulement à la sortie du ventilateur (au moins 1 mètre de long) pour empêcher le contact avec les pales du ventilateur et pour augmenter son efficacité.

Ne pas inclure de barrières ou d'obstructions dans le collecteur de refoulement, p.ex. pour se protéger contre les oiseaux.

Il doit être possible de nettoyer les collecteurs.

Les collecteurs horizontaux devraient avoir une pente pour le drainage de l'eau.

Pour éviter la formation de glace dans les ventilateurs, soit :

- utiliser des ventilateurs à pales radiales lorsque c'est possible (les ventilateurs à pales radiales se délestent de la glace et ont tendance à avoir moins de problème avec la formation de glace sur les pales),
- utiliser un système à pénétration d'air qui réchauffe le gaz cryogénique liquéfié au dessus de 4°C. Calculer le débit d'appoint nécessaire et concevoir pour ce service, ou
- utiliser un réchauffeur pour augmenter la température d'extraction (Ceci est pénalisé à cause d'un coût élevé). Pour éviter les surchauffes, un dispositif de coupure en température haute devrait être installé.

Installer un moyen pour assurer que les gaz vont dans la bonne direction dans le collecteur.

Utiliser un contacteur de déconnection monté localement sur le ventilateur pour s'assurer qu'il ne peut pas être démarré pendant la maintenance. Installer aussi un signal auxiliaire au tableau de contrôle pour empêcher l'opération du surgélateur avec un collecteur d'extraction isolé.

8.5 Autres obligations de l'installateur

Le transport, l'assemblage et l'installation du surgélateur doivent toujours être effectués par du personnel correctement qualifié, et autorisé par le fournisseur de gaz ou le fournisseur de l'équipement.

Si l'installation requiert quelque modification que ce soit du surgélateur, elle doit être faite sans compromettre la sécurité ni invalider la certification CE.

Les canalisations, machines et conduites d'extraction de gaz cryogénique liquéfié doivent être installées loin du personnel ou protégées contre les impacts, p.ex. par l'installation d'une barrière. Elles doivent être étiquetées pour indiquer le contenu de la tuyauterie.

Le surgélateur doit être installé de niveau ou avec la pente comme spécifiée par le fabricant. Dans le cas d'un sol inégal des pieds ajustables doivent être utilisés. La machine doit être immobilisée.

Le surgélateur ne doit être utilisé que lorsque toutes les utilités sont connectées, c.à.d. le gaz cryogénique liquéfié, l'extraction, l'électricité, l'air comprimé, l'hydraulique, l'eau pour le nettoyage.

Les opérateurs et l'encadrement doivent être formés pour la conduite du surgélateur et sur les dangers de l'azote liquide et/ou du dioxyde de carbone. La formation devrait être enregistrée.

Une inspection de l'état de préparation opérationnelle devrait être effectuée et enregistrée avant la réception pour garantir que les exigences du client sont remplies en ce qui concerne la sécurité, la technique, et les aspects commerciaux.

9 Obligations de l'utilisateur et exploitation continue du système de surgélation

L'utilisateur doit être familiarisé avec toutes les exigences de sécurité du gaz cryogénique liquéfié et de la machine.

Le système de surgélation doit être fourni avec un manuel de service. Le fournisseur de gaz doit délivrer une fiche de données de sécurité (FDS).

Le surgélateur doit être utilisé exclusivement pour les applications stipulées par le fabricant, c'est-à-dire pour le refroidissement et la surgélation des aliments ou pour d'autres produits autorisés. L'exploitation ne doit se faire ni à des ratios de production supérieurs à ceux spécifiés par le fabricant ni à des températures de service plus basses que celles spécifiées.

L'utilisateur doit garantir que tous les dispositifs de sécurité sont en place et que tous les verrouillages sont fonctionnels toutes les fois où le surgélateur est en service.

Les surgélateurs à l'azote ne peuvent être utilisés qu'avec de l'azote et les surgélateurs au dioxyde de carbone ne peuvent être utilisés qu'avec du dioxyde de carbone. Si les systèmes d'injection pour les deux réfrigérants sont installés sur la machine, l'utilisation simultanée des deux injections n'est pas autorisée.

Le seuil de température minimale spécifié dans les instructions de service ne doit pas être changé.

Les opérateurs doivent être informés des risques d'un surgélateur endommagé ou défaillant. En cas de fuite de gaz, ils doivent arrêter la machine et fermer manuellement le départ de gaz cryogénique liquéfié sur le réservoir.

Un personnel non formé ne doit pas installer, utiliser ou entretenir l'équipement.

Les travaux de réparation, d'entretien et de maintenance ne doivent être effectués que par du personnel formé et qualifié.

Le remplacement de composants requiert l'autorisation du fabricant du surgélateur ou du fournisseur de gaz.

Le surgélateur ne doit pas être déplacé sans l'autorisation préalable du fabricant ou du fournisseur de gaz.

9.1 Formation du client en cas de fuite de gaz cryogénique liquéfié

Le client est responsable de la sécurité dans l'exploitation de son usine. En cas de basse teneur d'oxygène ou de teneur élevée de dioxyde de carbone dans l'atelier, il est essentiel que :

- La ventilation du local soit augmentée.
- Le local soit immédiatement évacué.
- Les vannes de sortie de du réservoir soient fermées.

Si la raison de la fuite de gaz cryogénique liquéfié ne peut pas être déterminée, informer immédiatement le fournisseur de gaz ou le fabricant du surgélateur.

Ne continuer en aucun cas l'exploitation de l'équipement de surgélation ou de refroidissement.

S'il est nécessaire de pénétrer dans un espace de travail dont l'atmosphère peut être sous-oxygénée ou riche en dioxyde de carbone, il faut utiliser uniquement un appareil respiratoire autonome à air ou un masque connecté à une source d'air respirable. Un masque à cartouche absorbante ne pourra empêcher l'asphyxie.

Pour des indications supplémentaires sur les équipements de protection individuels (EPI) voir EIGA Doc 136 [2].

9.2 Exploitation du surgélateur

Exploiter et nettoyer le surgélateur strictement en conformité avec les instructions de service du fabricant.

Le nettoyage de la machine peut exposer l'opérateur aux dangers de parties froides et/ou mobiles. Partout où c'est possible il faudrait éliminer les parties mobiles exposées lorsque la machine est ouverte pour nettoyage.

9.3 Maintenance inspection et réparations

L'utilisateur de la machine est responsable de son exploitation en toute sécurité. Les intervalles de maintenance et d'inspection, recommandés par le fabricant dans son manuel de service, doivent être respectés.

La maintenance, les inspections, les modifications et réparations ne doivent être effectuées que par du personnel spécialement formé et qualifié. En cas de doute, consulter le fournisseur de gaz ou le fabricant du surgélateur. Un système de permis de travail devrait être mis en place, voir EIGA Doc40, Work permit system.

Avant de travailler sur le surgélateur ou la canalisation, la ligne d'alimentation du gaz cryogénique liquéfié doit être verrouillée fermée et décomprimée de toute pression résiduelle.

Lorsque l'on travaille sur le surgélateur, l'interrupteur d'alimentation électrique principale doit être verrouillé en position arrêt.

Avant de redémarrer après une installation ou la maintenance, l'étanchéité et la propreté de toutes les tuyauteries et composants depuis le réservoir jusqu'aux buses d'injection du surgélateur, y compris le collecteur d'extraction, doivent être contrôlés. (Voir en 6.6).

Faire un rapport des soupapes de sécurité fuyardes ou mal réglées, au fournisseur de gaz ou au propriétaire du réservoir, pour que de mesures puissent être prises pour qu'elles soient remplacées ou retardées par du personnel autorisé. Faire un rapport sur le givrage, la formation de glace ou la corrosion des soupapes de sécurité car ces conditions peuvent les rendre inopérantes.

De la glace visible sur le réservoir de stockage peut vouloir dire qu'il y a une perte d'isolation et doit être rapporté.

9.4 Elimination

Les anciens équipements inutiles doivent être éliminés conformément à la réglementation.

Jusqu'à l'élimination finale, les vieux équipements doivent être stockés de telle sorte que personne ne puisse s'y blesser.

10 Références et documents associés

Les normes ou codes et notes d'information énumérées ci-dessus, fournissent des indications complémentaires pour étayer ce document.

[1] EIGA Doc 24, Carbon Dioxide Physiological Hazards. Traduit par l'AFGC IS 08-11 Dangers physiologiques du dioxyde de carbone.

[2] EIGA Doc 136 Selection of personal protective equipment

[3] 97/23CE Directive des équipements sous pression (PED)

[4] EIGA Doc 44 Hazards of Inert Gases and Oxygen Depletion

[5] 2006/42/CE Directive relatives aux machines.

[6] EIGA Doc 51 Management of Change

[7] EIGA Doc 51 Work permit systems

Bien qu'elles ne soient pas référencées dans ce document, les deux publications suivantes donnent des informations de base.

EIGA Doc 115 Storage of cryogenic air gases at users' premises

CGA P-18 Standard for inert gas systems at consumer sites 14501 George Carter Way, Suite 103, Chantilly, VA 20151. www.cganet.com